

Health Research Unit (UIS)
School of Health Sciences (ESSLei)
Polytechnic of Leiria
Morro do Lena – Alto do Vieiro
2411-901 Leiria, Portugal

RESEARCH ARTICLE

Morpho-functional characterization of cardiac chambers of young athletes of gymnastics competition by Transthoracic Echocardiography

Caracterização morfo-funcional das cavidades cardíacas por Ecocardiografia Transtorácica em jovens atletas de ginástica artística de competição

Virgínia Fonseca¹, Diogo Colaço¹, Vanessa Neves¹

¹Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, 1990-096 Lisboa, Portugal

Citation: Fonseca, V., Colaço, D. & Neves, V. (2016). Morpho-functional characterization of cardiac chambers of young athletes of gymnastics competition by Transthoracic Echocardiography. *Res Net Health* 2, e-1-12.

Received: 28th October 2016

Accepted: 17th October 2016

Published: 30th December 2016

Copyright: This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Corresponding author:
Virgínia Fonseca
virginia.fonseca@estesl.ipl.pt

Abstract

In response to the practice of intense and prolonged physical activity morphological and functional adaptations appear at the cardiovascular level, however, these physiological adaptations can be confused with pathological alterations. This study aimed to characterize, by transthoracic echocardiography, cardiac morphology and function, in young athletes of competitive gymnastics. This study was carried out in a population of athletes of feminine artistic gymnastics, with ages between 12 and 15 years old. All subjects ($n = 8$) underwent transthoracic echocardiography, following the defined study protocol. Statistical analysis of the study variables was performed using descriptive statistics and the results were considered statistically significant when $p < 0.05$. In the left cavities, no statistically significant differences were found in ventricular thickness, mass and diameter. On the other hand, there was a significant increase in the area of the left atrium. The increase of the left atrium is common in athletes due to increased pressure in the cavity during exercise and seems to be influenced by the type of training, mainly by the combination between isometric and isotonic training. Regarding the Diastolic Function, there was a significant increase of the E wave and the E/A Ratio. In several studies related to diastolic function in athletes, an increase in E-wave velocity and an increase in the E/A Ratio have been observed. These findings are suggestive of a supernormal diastolic function mediated by a combination of improved initial ventricular relaxation and increased left ventricular compliance. With this study, it was possible to conclude that in what respected the young female gymnastic contestants of the sample, all the parameters analysed by transthoracic echocardiography were within the limits of normality, when compared with the Guidelines. There were statistically significant differences for the mean reference value in the left atrial area and diastolic function.

Keywords: Transthoracic Echocardiography, Athlete's Heart, Isometric Training, Isotonic Training, Female Artistic Gymnastics

Resumo

Em resposta à prática de atividade física intensa e prolongada surgem adaptações morfológicas e funcionais a nível cardiovascular, no entanto, estas adaptações fisiológicas podem ser confundidas com alterações patológicas. Este estudo teve como objetivo caracterizar, por ecocardiografia transtorácica, a morfologia e função cardíaca, em jovens atletas de ginástica artística de competição.

Este estudo foi realizado numa população de atletas de ginástica artística feminina, com idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos de idade. Todos os indivíduos ($n=8$) foram submetidos a Ecocardiografia transtorácica, seguindo o protocolo de estudo definido. A análise estatística das

variáveis de estudo, foi realizada utilizando estatística descritiva sendo os resultados considerados estatisticamente significativos quando o valor $p < 0,05$.

Nas cavidades esquerdas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na espessura, massa e diâmetro ventricular. Por outro lado, verificou-se um aumento significativo da área da aurícula esquerda. O aumento da aurícula esquerda é comum em atletas devido ao aumento de pressão na cavidade durante a prática de exercício e que parece ser influenciado pelo tipo de treino, principalmente pela combinação entre o treino isométrico e isotônico. Relativamente à Função Diastólica, verificou-se um aumento significativo da onda E e do Ratio E/A. Em vários estudos relativos à Função Diastólica em atletas, tem sido verificado um aumento da velocidade da onda E e aumento do Ratio E/A. Estes achados encontrados nos atletas são sugestivos de uma função diastólica supernormal mediada por uma combinação entre a melhoria do relaxamento ventricular inicial e um aumento da *compliance* do ventrículo esquerdo. Com este estudo foi possível concluir, que nas atletas jovens de ginástica artística feminina de competição da amostra, todos os parâmetros analisados por ecocardiografia transtorácica se encontraram dentro dos limites da normalidade, quando comparados com as *Guidelines*. Verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas para o valor médio de referência na área da aurícula esquerda e função diastólica.

Palavras-chave: Ecocardiografia Transtorácica, Coração do Atleta, Treino Isométrico, Treino Isotônico, Ginástica Artística Feminina

Introdução

Segundo dados da Federação de Ginástica de Portugal, durante o ano de 2014 estavam federadas 888 atletas na modalidade de ginástica artística, distribuídas por 13 clubes, que competem a nível nacional e internacional, em vários escalões. Devido à especificidade da modalidade, assim como da complexidade dos movimentos técnicos e o alto grau de habilidade motora, é comum estas atletas iniciarem a sua prática desportiva com alta carga de treino semanal desde idades muito jovens (Bompa, 1990; Zetaruk, 2000).

A necessidade de estudar as alterações morfológicas e funcionais cardíacas a que os atletas mais jovens estão sujeitos, prende-se à importância de distinguir entre adaptações fisiológicas condicionadas pelo treino e alterações patológicas de base. É importante uma identificação precoce destas patologias, que podem ser confundidas com adaptações fisiológicas, para diminuir o risco de morte súbita em jovens atletas de alta competição (Firoozi, Sharma, & McKenna, 2003)

Sabe-se que em resposta ao treino físico intenso e prolongado, os atletas estão sujeitos a adaptações cardiovasculares, designadas por síndrome do coração do atleta ou *remodelling* cardíaco (Venckunas et al., 2008; Baggish et al., 2008; Silva, 2011; Wilhelm & Seiler, 2012; Moro, Okoshi, Padovani, & Okoshi, 2013). A denominação coração do atleta foi pela primeira vez utilizada em 1899 por Henschen ao observar um aumento das cavidades ventriculares em atletas de Ski (Silva, 2011). Desde então, todo este conhecimento tem vindo a expandir-se consideravelmente através de estudos sistemáticos recorrendo a exames como o eletrocardiograma, o eletrocardiograma ambulatorial de Holter, ecocardiograma transtorácico, ressonância magnética e até estudos eletrofisiológicos invasivos (Maron & Pelliccia, 2006; Wilhelm & Seiler, 2012)

As adaptações cardiovasculares presentes em atletas são influenciadas por vários fatores, como é o caso do género, idade, raça e genética. No entanto, o fator que mais influencia estas adaptações, é o tipo de treino a que o atleta está sujeito. De um modo geral, existem

dois tipos de treino distintos: isotónico/dinâmico e isométrico/estático (Maron & Zipes, 2005; Maron & Pelliccia, 2006; Venckunas et al., 2008; Silva, 2011; Griffet et al., 2013).

A ginástica, onde está englobada a vertente de ginástica artística feminina de competição, é considerada uma modalidade desportiva com elevada componente de treino isométrico e baixa componente de treino isotónico, segundo a tabela de classificação dos desportos definida na 36ª Conferência de Bethesda (Maron & Zipes, 2005). As atletas desta modalidade treinam intensamente para possuírem um conjunto de atributos específicos, sendo eles a força, o equilíbrio, a flexibilidade e a graciosidade (Deusen, 2008). No tipo de treino isométrico, as principais alterações a nível cardíaco, são o aumento da espessura das paredes dos ventrículos em concordância com um aumento da massa do miocárdio, visto que neste tipo de exercício se observa principalmente uma sobrecarga de pressão (Silva, 2011). Por outro lado, no tipo de treino com componente maioritariamente isotónica, surge principalmente uma sobrecarga de volume no coração (Maron & Pelliccia, 2006; Wilhelm & Seiler, 2012). As adaptações cardíacas normalmente observadas a longo prazo são o aumento das cavidades, com um aumento proporcional da espessura das paredes e massa ventriculares (Maron & Pelliccia, 2006). Apesar de tudo, estas adaptações fisiológicas referentes a cada tipo de treino não podem ser tomadas como verdade absoluta, visto que todas as modalidades desportivas englobam componentes de ambos os tipos de treino (Maron & Pelliccia, 2006). Por isso, é possível observar-se adaptações cardiovasculares típicas de um tipo de treino isotónico em modalidades desportivas que integrem um tipo de treino com maior carga isométrica ou vice-versa, o que tem sido comprovado em diversos estudos sistemáticos realizados ao longo dos últimos anos (Baggish et al., 2008; Venckunas et al., 2008; Silva, 2011; Moro et al., 2013).

A Ecocardiografia Transtorácica é um dos principais exames complementares para a avaliação morfológica e funcional das cavidades cardíacas, sendo um dos principais métodos que permite fazer a distinção entre alterações cardíacas benignas condicionadas por treino intenso e alterações cardíacas patológicas (Silva, 2011; Aksakal et al., 2013; Moro et al., 2013). Através do Eco-Doppler cardíaco é possível avaliar não só parâmetros morfológicos, como o diâmetro das cavidades, espessura das paredes e massa ventricular esquerda, mas também parâmetros funcionais como a função diastólica e sistólica (Venckunas et al., 2008; Wilhelm & Seiler, 2012). Deste modo, este trabalho teve como objetivo caracterizar, por ecocardiografia transtorácica, a morfologia e função cardíaca, em jovens atletas de ginástica artística de competição.

Metodologia

Estudo do tipo quantitativo, observacional, descritivo e transversal. A população em estudo foram atletas de ginástica artística feminina de Lisboa, pertencentes a dois clubes de Lisboa. Das 50 atletas de ginástica artística feminina de competição, obteve-se uma amostra não probabilística de 8 atletas de raça caucasiana, com idades entre os 12 e os 15 anos, através de uma amostragem intencional por conveniência.

Foram definidos como critérios de inclusão: carga de treino semanal superior a 8 horas (Bartkeviciene & Baksiene, 2007) e mais de 3 anos de prática da modalidade (Mesko et al., 1993). Como critérios de exclusão: presença de patologia cardiovascular conhecida (doenças congénitas, disritmias, miocardiopatias, valvulopatias, hipertensão arterial), utilização de fármacos com ação/interação no sistema cardiovascular e má janela acústica para a obtenção de imagens de qualidade por Ecocardiografia Transtorácica.

As variáveis atributo utilizadas neste estudo para caracterização da amostra foram: Idade, Peso, Altura e Superfície Corporal (SC). Foram definidas duas dimensões no estudo, sendo uma delas a dimensão "Modalidade desportiva - Ginástica Artística" (Tabela 1) e a outra "Parâmetros ecocardiográficos" (Tabela 2).

Tabela 1: Variáveis da dimensão "Modalidade desportiva - Ginástica Artística."

| Dimensão | Variável |
|--|--------------------------------------|
| Modalidade desportiva Ginástica Artística | Anos de treino da modalidade |
| | Carga de treino semanal |
| | Número de horas de competição mensal |

Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se a um formulário e a um ecocardiograma transtorácico, obtendo-se assim os dados relativos às variáveis atributo, modalidade desportiva - ginástica artística e parâmetros ecocardiográficos.

Tabela 2: Variáveis da dimensão "Parâmetros ecocardiográficos".

| Dimensão | Categoria | Variável |
|---------------------------------|---------------|---|
| Parâmetros Ecocardiográficos | Bidimensional | Diâmetro do septo interventricular em modo-M - PE/EL (mm) |
| | | Diâmetro da parede posterior do VE em modo-M - PE/EL (mm) |
| | | Diâmetro do VE em diástole em modo-M - PE/EL (mm) |
| | | Diâmetro do VE em sístole em modo-M - PE/EL (mm) |
| | | Massa VE para SC (g) |
| | | Volume da AE em A4C (ml) |
| | | Área da AE em A4C (cm ²) |
| | | Volume sistólico (ml) |
| | | Fração de ejeção biplano (%) |
| | | Diâmetro câmara de entrada VD - A4C (mm) |
| | | Diâmetro mesoventricular VD - A4C (mm) |
| | | Diâmetro longitudinal VD - A4C (mm) |
| | | Diâmetro da CSVD em modo-M - PE/EL (mm) |
| | | Diâmetro da CSVD proximal em 2D - PE/EC (mm) |
| | | Diâmetro da CSVD distal em 2D - PE/EC (mm) |
| | | TAPSE - A4C (mm) |
| | | Área fraccional do VD em diástole- A4C (cm ²) |
| | | Área fraccional do VD em sístole - A4C (cm ²) |
| | | Espessura da parede livre do VD - Subcostal (mm) |
| | | Área da AD - A4C (mm) |
| | Doppler | Velocidade onda E mitral (m/s) |
| | | Velocidade onda A mitral (m/s) |
| | | Ratio E/A mitral |

PE/EL - Paraesternal Eixo-Longo; VE - Ventrículo esquerdo; SC - Superfície corporal; AE - Aurícula Esquerda; A4C - Apical 4 Câmaras; VD - Ventrículo Direito; CSVD - Câmara de saída do ventrículo direito; TAPSE - Excursão sistólica do plano do anel tricúspide; AD - Aurícula direita.

Para a realização dos ecocardiogramas transtorácicos, recorreu-se a um ecógrafo portátil GE Vivid I® e sonda GE Healthcare MS3® de 1.5 a 4.0 Mhz. Todos os ecocardiogramas foram realizados por um operador de nível 3 (Cardiopneumologista), de modo a excluir a variabilidade inter-observador. A aquisição das imagens ecocardiográficas e a medição dos parâmetros seguiram as orientações recomendadas pelas *Guidelines da American Society of Echocardiography/European Association of Cardiovascular Imaging* (ASE/EACI) (Lang et al., 2015). A comparação dos resultados obtidos foi feita com os valores médios de referência para idades pediátricas (Bu'Lock, Mott & Martin, 1995; Foster et al., 2008;

Koestenberger et al., 2009; Bhatla et al., 2012; Cantinotti et al., 2014). As variáveis que não têm um valor médio descrito para a população pediátrica, foram comparadas com as *Guidelines* da ASE/EACI para adultos (Rudski et al., 2010; Lang et al., 2015).

Na análise estatística foi usado o software estatístico SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 22.0 e Microsoft Office Excel® versão 2007, tendo-se optado por um nível de significância de 5%.

A análise estatística das variáveis de estudo, foi realizada utilizando estatística descritiva e foi testada a normalidade das variáveis em estudo com recurso ao Teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$). Foram realizados teste t para verificar as diferenças entre os valores médios das variáveis e o valor médio descrito (Bu'Lock et al., 1995; Foster et al., 2008; Koestenberger et al., 2009; Rudski et al., 2010; Bhatla et al., 2012; Cantinotti et al., 2014; Lang et al., 2015) para cada parâmetro ecocardiográfico em estudo.

Na realização deste estudo foram asseguradas todas as considerações éticas e legais, através de um consentimento informado assinado pelos encarregados de educação de todos os participantes (visto serem menores de idade), onde foram apresentados de forma clara e concisa os objetivos da investigação e todas as outras informações necessárias à compreensão do tema do estudo e da participação no mesmo. Os dados recolhidos foram guardados numa base de dados onde cada indivíduo foi identificado por um código alfanumérico. Assim, está garantida a confidencialidade e anonimato dos participantes no estudo.

Resultados

Este estudo teve como objetivo caracterizar, por ecocardiografia transtorácica, a morfologia e função cardíaca, em jovens atletas de ginástica artística de competição.

Relativamente à caracterização da amostra, sabe-se que a ginástica artística é uma modalidade complexa e com um elevado grau de exigência e habilidade física, por isso é usual as atletas iniciarem o seu percurso em idades muito jovens e atingirem o seu pico de forma entre os 14 e os 18 anos (Bompa, 1990; Zetaruk, 2000). Neste estudo foi avaliada uma amostra de 8 atletas do sexo feminino de etnia caucasiana. Tal como se pode observar na Tabela 3, a amostra apresentou uma idade mínima de 12 anos e uma idade máxima de 15 anos, com uma média de 13,13 anos. Relativamente à massa corporal, foi registado um mínimo de 39 kg e um máximo de 55 kg com uma média de 44,88 kg. Quanto à estatura das participantes, registou-se uma estatura mínima de 142 cm e máxima de 170 cm, com uma média de 153 cm. Relativamente à superfície corporal (SC) das atletas, verificou-se uma SC mínima de 1,25 m², uma SC máxima de 1,61 m² e uma média de aproximadamente 1,38 m². O estudo de Massidda et al (2013) que avaliou o somatótipo dos atletas de ginástica de elite italianos, apresentou uma média de idades no sexo feminino de 13,4 anos, o que corresponde a um valor muito semelhante à média de idades registado no presente estudo. Relativamente à massa corporal e estatura das atletas de ginástica artística feminina, o estudo de João & Filho (2015) que avaliou o somatótipo em atletas de ginástica de elite brasileiros na mesma faixa etária do estudo de Massidda et al (2013) apresentou nas atletas do sexo feminino uma massa corporal média de 43,7 kg e uma estatura média de 148 cm, o que corresponde a valores também próximos aos encontrados nesta investigação.

Tabela 3: Caracterização da Amostra - Variáveis Atributo.

| | Mínimo | Máximo | Média | Desvio padrão |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| Idade (anos) | 12 | 15 | 13,13 | 1,13 |
| Estatura (cm) | 142 | 170 | 153,25 | 8,92 |
| Massa corporal (Kg) | 39 | 55 | 44,88 | 5,06 |
| Superfície corporal (m ²) | 1,25 | 1,61 | 1,38 | 0,12 |

Quanto à dimensão modalidade desportiva - ginástica artística, tal como se pode observar na Tabela 4, as atletas apresentaram um tempo de treino da modalidade mínimo de 3 anos, um máximo de 10 anos e uma média de aproximadamente 7 anos. Relativamente à carga de treino semanal e às horas de competição mensal, não houve qualquer tipo de variação dentro da amostra, sendo que todas as atletas realizavam 20 horas de treino por semana e tinham 2 horas de competição por mês. No estudo de Georgopoulos et al (2012), que avaliou a velocidade de crescimento e altura final em atletas do sexo feminino de elite de ginástica artística e rítmica, as atletas de ginástica artística apresentaram uma média total de anos de prática da modalidade de 6,7 anos, semelhante ao deste estudo, e uma carga de treino semanal de aproximadamente 29 horas.

Tabela 4: Caracterização da amostra - Dimensão "Modalidade Desportiva – Ginástica artística".

| | Mínimo | Máximo | Média | Desvio padrão |
|-------------------------------------|--------|--------|-------|---------------|
| Anos de treino da modalidade (anos) | 3 | 10 | 6,88 | 2,10 |
| Carga de Treino Semanal (horas) | 20 | 20 | 20 | 0 |
| Competição mensal (horas) | 2 | 2 | 2 | 0 |

Relativamente aos parâmetros ecocardiográficos (Tabela 5 e 6) é de salientar que todos os valores obtidos para as variáveis avaliadas se encontraram dentro dos limites da normalidade quando comparadas com os valores de referência nas *Guidelines* para a população pediátrica (Bu'Lock et al., 1995; Foster et al., 2008; Koestenberger et al., 2009; Bhatla et al., 2012; Cantinotti et al., 2014) e nas *Guidelines ASE/EACI* para adultos (Rudski et al., 2010; Lang et al., 2015).

No ventrículo esquerdo, não se registaram diferenças estatisticamente significativas tanto na espessura das paredes e massa ventricular, como no seu diâmetro. Relativamente à aurícula esquerda, verificou-se um aumento estatisticamente significativo para a área, no entanto o mesmo não se verificou para o volume (Bhatla et al., 2012; Cantinotti et al., 2014). Nos estudos de Moro et al (2013) e Venckunas et al (2008), onde se avaliou as cavidades esquerdas, foram encontrados valores superiores no diâmetro do ventrículo esquerdo, na espessura das paredes e massa ventricular, comparativamente ao grupo de controlo.

No estudo de Venckunas et al (2008) foi ainda registado um aumento na espessura das paredes ventriculares nos atletas de treino isométrico face aos atletas de treino isotónico. Segundo a bibliografia, as adaptações cardíacas no treino isométrico podem ser justificadas pelo aumento acentuado da pressão arterial no pico de esforço que leva predominantemente a um aumento da espessura das paredes ventriculares, sem alterações na dimensão da cavidade. No treino isotónico as adaptações cardíacas explicam-se principalmente por um aumento do volume dentro das cavidades, causado por um aumento acentuado do débito cardíaco, que leva a um aumento da dimensão ventricular

acompanhada por um aumento da espessura das paredes (Pluim et al., 2000; Venckunas et al., 2008; Silva, 2011; Hedman et al., 2015). É de salientar, que estes estudos foram realizados a atletas com idades superiores às atletas desta investigação, o que poderá justificar o facto de ainda não se verificarem alterações ao nível da espessura e dimensão do VE. O aumento da aurícula esquerda é comum em atletas devido ao aumento de pressão na cavidade durante a prática de exercício (Pelliccia et al., 2005). A prevalência do aumento da AE em atletas de competição foi verificada pela primeira vez no estudo de Pelliccia et al (2005), que encontrou um ligeiro aumento do diâmetro ântero-posterior da AE em 18% dos atletas. O aumento da AE parece ser influenciado pelo tipo de desporto, principalmente pela combinação entre o treino isométrico com o isotónico (Galderisi et al., 2015).

Tabela 5: Caracterização Ecocardiográfica das Cavidades Esquerdas.

| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | valor <i>p</i> |
|----------------------------|--------|--------|---------|--------|---------------|----------------|
| SIV (mm) | 7 | 9 | 8 | 8 | 0,93 | NS |
| VE - diástole (mm) | 37 | 48 | 45 | 43,88 | 3,31 | NS |
| PPVE (mm) | 6 | 9 | 8 | 7,63 | 0,92 | NS |
| VE - sístole (mm) | 24 | 33 | 31 | 30 | 3,59 | NS |
| Massa VE (g) | 100,75 | 119,47 | 106,62 | 108,77 | 7,20 | NS |
| Área AE (cm ²) | 12,6 | 21,0 | 14,75 | 15,35 | 2,59 | 0,007 |
| Volume AE (ml) | 28 | 45 | 34,50 | 35,13 | 5,72 | NS |
| Volume Sistólico (ml) | 50 | 73 | 61 | 60,88 | 8,36 | NS |
| Fej. Biplano (%) | 61 | 67 | 64,50 | 63,88 | 2,29 | NS |
| Onda E mitral (m/s) | 0,93 | 1,25 | 1,06 | 1,08 | 0,12 | 0,001 |
| Onda A mitral (m/s) | 0,34 | 0,77 | 0,47 | 0,50 | 0,15 | NS |
| Ratio E/A | 1,55 | 3,03 | 2,16 | 2,31 | 0,48 | 0,006 |

AE - Aurícula Esquerda; SIV - Septo interventricular; VE - Ventrículo esquerdo; PPVE - Parede posterior do ventrículo esquerdo; SC - Superfície corporal; Fej. - Fracção de ejeção; NS - Não Significativo, ($p \geq 0,05$).

Acerca da Função Sistólica, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas tanto na Fracção de Ejeção Biplano como no Volume Sistólico, comparativamente com os valores médios de referência das *Guidelines* da ASE/EACI para adultos (Lang et al., 2015). Tal como em outros estudos que avaliam a função sistólica em atletas, os atletas apresentam Fracção de Ejeção normal (Claessens et al., 2001; Koç et al., 2007; Baggish et al., 2008; Silva, 2011; Aksakal et al., 2013; Moro et al., 2013), o que significa que não existe relação entre a geometria das cavidades cardíacas e a função sistólica em atletas (Pluim et al., 2000). Relativamente ao volume sistólico, apesar dos atletas de treino isométrico não apresentarem alterações, os atletas de treino isotónico costumam apresentar um volume sistólico acima do normal derivado de um aumento do volume tele-diastólico e um ligeiro aumento da massa ventricular (Aubert, Seps & Beckers, 2003).

Quanto à Função Diastólica, foi verificado um aumento estatisticamente significativo da velocidade da onda E mitral e um aumento estatisticamente significativo do ratio E/A mitral, comparativamente ao valor médio de referência descrito no artigo de Bu'Lock et al (1995) para a população pediátrica. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na velocidade da onda A mitral (Bu'Lock et al, 1995). Em vários estudos relativos à Função Diastólica em atletas, tem sido verificado um aumento da velocidade da onda E e aumento do Ratio E/A (Pelliccia et al., 1996; Griffet et al., 2013; Hedman et al, 2015). No estudo de Griffet et al (2013), onde foram estudados atletas adolescentes (12 aos 16 anos), foi detetado um aumento da velocidade da onda E mitral e Ratio E/A mitral quando comparados com a população adulta, tendo-se verificado que os atletas mais jovens

apresentavam uma função diastólica superior, comparativamente aos adultos. O enchimento diastólico passivo do VE é afetado por diversos fatores, tal como o relaxamento do VE, as diferenças de pressão entre a AE e o VE e as propriedades elásticas do miocárdio (Claessens et al., 2001). Estes achados encontrados nos atletas são sugestivos de uma função diastólica supernormal mediada por uma combinação entre a melhoria do relaxamento ventricular inicial e um aumento da *compliance* do VE (George & Somauroo, 2012).

Tabela 6: Caracterização Ecocardiográfica das Cavidades Direitas.

| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | valor <i>p</i> |
|------------------------------------|--------|--------|---------|-------|---------------|----------------|
| CEVD (mm) | 32 | 36 | 34 | 34 | 1,85 | NS |
| DMVVD (mm) | 23 | 29 | 26,50 | 26,63 | 1,85 | NS |
| DLVD (mm) | 59 | 65 | 62 | 62 | 1,85 | NS |
| CSVD PE/EL (mm) | 19 | 23 | 20,50 | 20,88 | 1,36 | 0,000 |
| CSVD proximal (mm) | 21 | 27 | 23,50 | 24,00 | 2,39 | 0,002 |
| CSVD distal (mm) | 18 | 23 | 20,50 | 20,63 | 1,69 | NS |
| AFVD - sístole (cm ²) | 8,3 | 13,6 | 10,0 | 9,98 | 2,18 | NS |
| AFVD - diástole (cm ²) | 14 | 23 | 18,10 | 18,58 | 3,37 | NS |
| PLVD (mm) | 3,0 | 8,0 | 4,50 | 4,75 | 1,49 | NS |
| TAPSE (mm) | 20,0 | 26,0 | 23,50 | 23,38 | 1,99 | NS |
| Área AD (cm ²) | 7,8 | 14,6 | 10,70 | 11,13 | 2,16 | NS |

Relativamente às dimensões do ventrículo direito, observou-se que o diâmetro da câmara de entrada, o diâmetro mesoventricular e o diâmetro longitudinal não apresentaram diferenças estatisticamente significativas do valor médio referenciado nas *Guidelines* pediátricas (Cantinotti et al., 2014). Para a CSVD PE/EL e CSVD proximal foram encontrados valores significativamente inferiores ao valor médio descrito na *Guidelines* da ASE (*American Society of Echocardiography*) para quantificação das cavidades direitas em adultos (Rudski et al., 2010). Quanto à CSVD distal e à espessura da parede livre do VD não se verificaram diferenças estatisticamente significativas do valor descrito na *Guidelines* para adultos (Rudski et al., 2010), assim como a área da AD face ao valor médio de referência descrito para a população pediátrica (Cantinotti et al., 2014). É de salientar que não foram encontrados valores de referência relativamente às medições da CSVD para a população pediátrica. O facto de estas medições terem sido comparadas com as *Guidelines* para adultos poderá justificar os valores significativamente inferiores na CSVD PE/EL e CSVD proximal. Baggish et al (2010) foi o primeiro a documentar uma relação entre o nível de treino e as medições do VD numa população de atletas a praticar o mesmo desporto. Quando comparados os atletas de sub-elite, com os atletas de elite, estes apresentaram uma maior dimensão da cavidade do VD. No estudo de Hedman et al (2015) onde foi avaliada a área da aurícula direita em atletas do sexo feminino, foi descrito um aumento estatisticamente significativo da área da AD do grupo de atletas face ao grupo de controlo. Relativamente à espessura da parede do VD, nos estudos que avaliavam este parâmetro (Henriksen et al., 1999; Koç et al., 2007), verificou-se um aumento da espessura relativamente ao grupo de controlo. As adaptações nas cavidades direitas em resposta ao exercício prolongado e intenso devem-se a uma necessidade de aumento da performance sistémica e pulmonar que consiga suportar as necessidades circulatórias no esforço, sendo que ambas as cavidades (direitas e esquerdas) tendem a sofrer um *remodelling* causado pelo exercício intenso (Henriksen et al., 1999; Pagourelas et al., 2013).

Por fim, na avaliação sistólica do VD, não foram encontradas diferenças significativas quer para a área fraccional do VD em sístole/ diástole, quer para a TAPSE, quando comparadas com os valores de referência das *Guidelines* para a população pediátrica (Koestenberger et al., 2009; Cantinotti et al., 2014). Vários estudos a pequenos grupos de atletas têm demonstrado um aumento na função sistólica do VD recorrendo a métodos para a avaliação da função sistólica global (Área Fraccional e TAPSE) (D'Andrea et al., 2003; Kasikcioglu, Oflaz, Akhan & Kayserilioglu, 2005; Reece et al., 2011). Apesar disso, num estudo mais recente demonstrou-se uma ligeira diminuição da função sistólica global face ao grupo de controlo, sendo que a redução era mais pronunciada quanto maior a dilatação do VD (Prakken et al., 2010). Esta ligeira redução na função sistólica do VD pode ser considerada um fenómeno fisiológico em que o volume sistólico é alcançado com uma menor fração de ejeção devido a um maior volume tele-diastólico (D'Andrea et al., 2015).

Conclusão

Com este estudo foi possível concluir, que nas atletas jovens de ginástica artística feminina de competição da amostra, todos os parâmetros analisados por ecocardiografia transtorácica se encontram dentro dos limites da normalidade, quando comparados com as *Guidelines*. Verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas para o valor médio de referência na área da aurícula esquerda e função diastólica.

Segundo a revisão bibliográfica, não foram encontrados outros estudos com o objetivo de realizar a caracterização morfo-funcional das cavidades cardíacas em atletas de ginástica artística feminina de competição. Sugere-se que futuramente sejam realizados mais estudos a esta população específica de atletas, assim como de outras modalidades específicas, pois apesar de todas as modalidades se agruparem num tipo de treino (isométrico, isotónico ou misto), cada uma delas tem diferenças que podem influenciar o tipo de adaptações cardiovasculares observadas.

Seria também interessante desenvolver uma comparação entre atletas de ginástica artística feminina da cidade de Lisboa e da cidade do Porto, tendo em conta que nesta última existem ginásios com diferentes metodologias de treino, para averiguar a existência de diferentes adaptações cardiovasculares decorrentes de diferentes cargas de treino. Poderiam também ser avaliados e comparados os resultados de atletas jovens face a atletas mais velhas (idade superior a 16 anos), para verificar se existe algum tipo de evolução nas adaptações cardiovasculares comparativamente com as atletas mais novas. Eventualmente, a realização de um estudo semelhante com recurso a um grupo de controlo seria pertinente. A comparação das adaptações cardiovasculares de atletas do sexo masculino com atletas do sexo feminino seria também importante uma vez que a prática da modalidade diverge na maior parte dos exercícios/aparelhos. Para enriquecimento deste estudo e como sugestão para estudos futuros, poderiam ainda ser usadas tecnologias mais recentes e inovadoras na área da ecocardiografia transtorácica, como é o caso da Ecocardiografia transtorácica em 3D, o Doppler Tecidual (TDI) e o *Strain Rate*.

Referências

Aksakal, E., Kurt, M., Oztürk, M., Tanboğa, I., Kaya, A., Nacar, T., Sevimli, S. & Gürlertop, Y. (2013). The effect of incremental endurance exercise training on left ventricular mechanics: a prospective observational deformation imaging study. *The Anatolian journal of cardiology*, 13(5), 432-438.

- Aubert, A., Seps, B. & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889–919.
- Baggish, A., Wang, F., Weiner, R., Elinoff, J., Tournoux, F., Boland, A., Picard, M., Hutter, A. & Wood, M. (2008). Training-specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *Journal of Applied Physiology*, 104(4), 1121–1128.
- Baggish, A., Yared, K., Weiner, R., Wang, F., Demes, R., Picard, M., Hagerman, F. & Wood, M. (2010). Differences in cardiac parameters among elite rowers and subelite rowers. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(6), 1215–1220.
- Bartkeviciene, A. & Baksienė D. (2007). Changes in morphometric parameters and function of left ventricle in child and adolescent athletes. *Medicina (Kaunas)*, 43(3), 251–258.
- Bhatla, P., Nielsen, J., Ko, H., Doucette, J., Lytrivi, I. & Srivastava, S. (2012). Normal values of left atrial volume in pediatric age group using a validated allometric model. *Circulation. Cardiovascular imaging*, 5(6), 791–796.
- Bompa, T. (1990). *Theory and Methodology of training*. Iowa: Kenda ll Hunt Publishing Company.
- Bu'Lock, F., Mott, M. & Martin, R. (1995). Left ventricular diastolic function in children measured by Doppler echocardiography: normal values and relation with growth. *British heart journal*, 73(4), 334–339.
- Cantinotti, M., Scalese, M., Murzi, B., Assanta, N., Spadoni, I., De Lucia, V., Crocetti, M., Cresti, A., Gallotta, M., Marotta, M., Tyack, K., Molinaro, S. & Iervasi, G. (2014). Echocardiographic nomograms for chamber diameters and areas in Caucasian children. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 27(12), 1279–1292.e2.
- Claessens, P., Claessens, C., Claessens, M., Claessens, M. & Claessens, J. (2001). Supernormal Left Ventricular Diastolic Function in Triathletes. *Texas Heart Institute journal*, 28(8), 102–110.
- D'Andrea, A., Caso, P., Sarubbi, B., Limongelli, G., Liccardo, B., Cice, G., D'Andrea, L., Scherillo, M., Cotrufo, M. & Calabrò, R. (2003). Right ventricular myocardial adaptation to different training protocols in top-level athletes. *Echocardiography*, 20(4), 329–336.
- D'Andrea, A., La Gerche, A., Golia, E., Teske, A., Bossone, E., Russo, M., Calabrò, R. & Baggish, A. (2015). Right Heart Structural and Functional Remodelling in Athletes. *Echocardiography*, 32 (Suppl 1), S11–S22.
- Deusen, A. (2008). *Olympic Gymnastics: The Basics of Women's Artistic Gymnastics*. About Sports: Retrieved. Dec14: gymnastics.about.com/od/majorcompetitions/a/BasicsWomensGym.htm
- Firoozi, S., Sharma, S. & McKenna, W. (2003). Risk of competitive sport in young athletes with heart disease. *Heart*, 89(7), 710–714.
- Foster, B., Mackie, A., Mitsnefes, M., Ali, H., Mamber, S. & Colan, S. (2008). A novel method of expressing left ventricular mass relative to body size in children. *Circulation*, 117(21), 2769–2775.
- Galderisi, M., Cardim, N., D'Andrea, A., Bruder, O., Cosyns, B., Davin, L., Donal, E., Edvardsen, T., Freitas, A., Habib, G., Kitsiou, A., Plein, S., Petersen, S., Popescu, B., Schroeder, S., Burgstahler, C. & Lancellotti, P. (2015). The multi-modality cardiac imaging approach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European heart journal cardiovascular Imaging*, 16(4), 353–353r.
- George K. & Somauroo, J. (2012). Left Ventricular Diastolic Function in Athletes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63(3), 63–68.
- Georgopoulos, N., Theodoropoulou, A., Roupas, N., Rottstein, L., Tsekouras, A., Mylonas, P., Vagenakis, G., Koukkou, E., Armeni, A., Sakellaropoulos, G., Leglise, M., Vagenakis, A. & Markou K. (2012). Growth velocity and final height in elite female rhythmic and artistic gymnasts. *Hormones (Athens)*, 11(1), 61–69.
- Griffet, V., Finet, G., Di Filippo, S., Lantelme, P., Caignault, JR. & Guérarda, S. (2013). Le coeur d'athlète de l'adolescent: aspects électrocardiographiques et échocardiographiques. À propos de 107 sportifs français. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*, 62(2), 116–121.
- Hedman, K., Tamás, É., Henriksson, J., Bjarnegård, N., Brudin, L. & Nylander, E. (2015). Female athlete's heart: Systolic and diastolic function related to circulatory dimensions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25(3), 372–381.

- Henriksen, E., Landelius, J., Kangro, T., Jonason, T., Hedberg, P., Wesslén, L., Rosander, C., Rolf, C., Ringqvist, I. & Friman, G. (1999). An echocardiographic study of right and left ventricular adaptation to physical exercise in elite female orienteers. *European Heart Journal*, 20(4), 309–316.
- João, A. & Filho, J. (2015). Somatotype and Body Composition of elite Brazilian Gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 7(2), 45–54.
- Kasikcioglu, E., Oflaz, H., Akhan, H. & Kayserilioglu, A. (2005). Right ventricular myocardial performance index and exercise capacity in athletes. *Heart Vessels*, 20(4), 147–152.
- Koç, M., Bozkurt, A., Akpinar, O., Ergen, N. & Acartürk, E. (2007). Right and left ventricular adaptation to training determined by conventional echocardiography and tissue Doppler imaging in young endurance athletes. *Acta cardiologica*, 62(1), 13–18.
- Koestenberger, M., Ravekes, W., Everett, A., Stueger, H., Heinzl, B., Gamillscheg, A., Cvirn, G., Boysen, A., Fandl, A. & Nagel, B. (2009). Right ventricular function in infants, children and adolescents: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 640 healthy patients and calculation of z score values. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 22(6), 715–719.
- Lang, R., Badano, L., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F., Foster, F., Goldstein, S., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., Muraru, D., Picard, M., Rietzschel, E., Rudski, L., Spencer, K., Tsang, W. & Voigt, J. (2015). Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 28(1), 1–39.
- Maron B & Zipes D. (2005). 36th Bethesda Conference: Eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *Journal of the American College of Cardiology*, 45(8), 1313–1367.
- Maron, B. & Pelliccia, A. (2006). The Heart of Trained Athletes: Cardiac Remodeling and the Risks of Sports, Including Sudden Death. *Circulation*, 114, 1633–1644.
- Massidda, M., Toselli, S., Brasili, P. & Calò, C. (2013). Somatotype of Elite Italian Gymnasts, *Collegium antropologicum*, 37(3), 853–857.
- Meško, D., Jurko, A., Vrlík, M., Novomeská, M., Horniak, E. & Dzurenková, D. (1993). Development of the left ventricular hypertrophy and dilation in adolescent ice hockey players evaluated with echocardiography. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 4(3), 177–188.
- Moro, A., Okoshi, M., Padovani, C. & Okoshi, K. (2013). Doppler echocardiography in athletes from different sports. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 19, 187–193.
- Pagourelas, E., Kouidi, E., Efthimiadis, G., Deligiannis, A., Geleris, P. & Vassilikos, V. (2013). Right Atrial and Ventricular Adaptations to Training in Male Caucasian Athletes: An Echocardiographic Study. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 26(11), 1344–1352.
- Pelliccia, A., Maron, B., Culasso, F., Spataro, A. & Caselli, G. (1996). Athlete's heart in women. Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA*, 276(3), 211–215.
- Pelliccia, A., Maron, B., Di Paolo, F., Biffi, A., Quattrini, F., Pisicchio, C., Roselli, A., Caselli, S. & Culasso, F. (2005). Prevalence and clinical significance of left atrial remodelling in competitive athletes. *Journal of the American College of Cardiology*, 46(4), 690–696.
- Pluim, B., Zwiderman, A., van der Laarse, A. & van der Wall, E. (2000). The Athlete's Heart: A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*, 101(3), 336–344.
- Prakken, N., Velthuis, B., Teske, A., Mosterd, A., Mali, W. & Cramer, M. (2010). Reference values for athletes and nonathletes corrected for body surface area, training hours/week and sex. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation*, 17(2), 198–203.
- Reece, C., Miller, A., Lindquist, R., Mulvagh, S., O'Leary, P., Cetta, F. & Eidem, B. (2011). Impact of Long-Term High Intensity Athletic Training on Right Ventricular Myocardial Function in Elite High School Athletes. *Circulation*, 124(Suppl 21): A10665.
- Rudski, L., Lai, W., Afilalo, J., Hua, L., Handschumacher, M., Chandrasekaran, K., Solomon, S., Louie, E. & Schiller, N. (2010). Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right

Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 23(7), 685-713.

Silva, AP. (2011). Deformação miocárdica em atletas de diferentes modalidades – Um estudo por 2D Speckle Tracking: projecto de investigação. Lisboa: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.

Venckunas, T., Lionikas, A., Marcinkeviciene, J., Raugaliene, R., Alekrinskis, A. & Stasiulis, A. (2008). Echocardiographic parameters in athletes of different sports. *Journal of sports science and medicine*, 7(1), 151-156.

Wilhelm, M. & Seiler, C. (2012). The athlete's heart: different training responses, gender and ethnicity dependencies. *Cardiovascular Medicine*, 15(3), 69–78.

Zetaruk, M. (2000). The young gymnast. *Clinics in sports medicine*, 19(4), 757-780.

